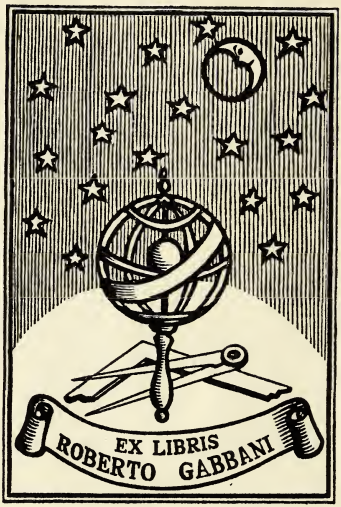
Acquired with the assistance of the

Sylvia Augusta Brown

Fund

JOHN CARTER BROWN LIBRARY

Sestante a doppia riflessione di Hadley
(1730)



5260

APRES de MANNEVILLET
et BORY.

DESCRIPTION.

ET USAGE
D'UN
NOUVEL INSTRUMENT
POUR OBSERVER
LA LATITUDE SUR MER,
APPELLÉ:
LE NOUVEAU
QUARTIER ANGLOIS.

NOUVELLE EDITION,
Augmentée de la Méthode pour observer par-derriere, & de ce qu'on a pû recueillir de meilleur sur cette matière.

Par M. ***

A PARIS,
Chez HIPPOLYTE-LOUIS GUERIN, ruë S. Jacques, à S. Thomas d'Aquin.

M. DCC. LI.
Avec Approbation & Privilége du Roi.

Cet Instrument se vend à Paris chez LE MAIRE, *Ingénieur pour les Instrumens de Mathématiques, à l'enseigne du Quartier Anglois, sur le Quai de l'Horloge du Palais, près la ruë de Harlay.*

EXTRAIT DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

Du 26 Juin 1751.

MESSIEURS DUHAMEL & BOUGUER, qui avoient été nommés pour examiner les Additions que M. Bory, Lieutenant des Vaisseaux du Roi, a faites à l'Ecrit de M. D'APRÈS DE MANNEVILLETTE sur l'*Usage du Quartier Anglois de Réflexion*, en ayant fait leur rapport, l'Académie a jugé que ces Additions faites à un Ouvrage déja utile par lui-même, le rendoient encore plus digne d'être imprimé : en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, ce 16 Août 1751. *Signé*, GRANDJEAN DE FOUCHY, Sécrétaire perpétuelle de l'Académie Royale des Sciences.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre, à nos amés & féaux Conseillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra, SALUT. Nos bien-amés LES MEMBRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES de notre bonne Ville de Paris, nous ont fait exposer qu'ils auroient besoin de nos Lettres de Privilége pour l'impression de leurs Ouvrages : A CES CAUSES, voulant favorablement traiter les Exposans, nous leur avons permis & permettons par ces Présentes de faire imprimer, par tel Imprimeur qu'ils voudront choisir, toutes les Recherches ou Observations journalieres, ou Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les Assemblées de ladite Académie Royale des Sciences, les Ouvrages, Mémoires ou Traités de chacun des Particuliers qui la composent, & généralement tout ce que

ladite Académie voudra faire paroître, après avoir fait examiner lesdits Ouvrages, & jugé qu'ils sont dignes de l'impression, en tels volumes, forme, marge, caractères, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon leur semblera, & de les faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de vingt années consécutives, à compter du jour de la date des Présentes; sans toutefois qu'à l'occasion des Ouvrages ci-dessus spécifiés il puisse en être imprimé d'autres qui ne soient pas de ladite Académie: faisons défenses à toutes sortes de personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéïssance; comme aussi à tous Libraires & Imprimeurs d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre & débiter lesdits Ouvrages, en tout ou en partie, & d'en faire aucunes traductions ou extraits, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit desdits Exposans, ou de ceux qui auront droit d'eux, à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre cha-

eun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers auſdits Expoſans, ou à celui qui aura droit d'eux, & de tous dépens, dommages & intérêts; à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément aux Réglemens de la Librairie; qu'avant de les expoſer en vente, les Manuſcrits ou Imprimés qui auront ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſeront remis ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur DAGUESSEAU, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres, & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un en celle de notre Château du Louvre, & un en celle de notredit très-cher & féal Chevalier le Sieur DAGUESSEAU, Chancelier de France, le tout à peine de nullité deſdites Préſentes : du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir leſdits Expoſans

& leurs ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Présentes qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenue pour dûement signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés, féaux Conseillers & Sécrétaires, foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires; CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Paris le dix-neuviéme jour du mois de Mars, l'an de grace mil sept cens cinquante, & de notre régne le trente-cinquiéme. Par le Roi en son Conseil. MOL.

Registré sur le Registre XII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 430, fol. 309, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenses, article 4, à toutes personnes, de quelque qualité qu'elles soient, autres que

les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre, soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement; à la charge de fournir à la susdite Chambre huit Exemplaires de chacun, prescrits par l'art. 108. *du même Réglement. A Paris le* 5 *Juin* 1750. Signé, LE GRAS, Syndic.

AVERTISSEMENT sur cette nouvelle Edition.

L'INSTRUMENT, dont il s'agit, doit son nom & son invention à M. Hadley, qui en proposa la premiere ébauche en 1731 à la Société Royale de Londres : il la devoit lui-même à M. Newton, dont on a trouvé un Manuscrit sur cette matiere dans les papiers du Docteur Hadley ; & il paroît par les Registres de la Société, qu'elle en avoit eu connoissance en 1699 par M. Newton lui-même. Quoi qu'il en soit, on en fit faire des épreuves en 1732. par ordre de la Société & de l'Amirauté d'Angleterre ; le succès surpassa l'attente de l'Auteur, & l'engagea à rendre

son Instrument plus commode, plus simple & d'un usage plus étendu. Il y parvint, & avant 1734 il étoit presque au point de perfection où il est maintenant. Quelques années après M. d'Après de Mannevillette, alors Lieutenant & depuis Capitaine des Vaisseaux de la Compagnie des Indes, songea à le corriger & à le simplifier : il composa là-dessus une Dissertation, dans laquelle il donnoit la manière de s'en servir, & où il expliquoit avec beaucoup de netteté les avantages de ce nouveau Quartier sur la Flèche & sur le Quartier Anglois. Cette Description lui a mérité des louanges de la part de l'Académie Royale des Sciences.

Il ayoit supprimé le second miroir & sa pinnule, qui servent tous

deux à l'obſervation par-derrière, & il n'avoit laiſſé que le miroir de l'obſervation par-devant. Comme on s'eſt apperçu depuis qu'il y avoit des occaſions auxquelles le miroir retranché pouvoit être fort utile, on a jugé à propos de le rétablir dans les nouveaux Inſtrumens. Ce changement & quelques autres qui tendent à la commodité de l'Obſervateur, exigeoient que l'on en fît une nouvelle Deſcription. M. d'Après l'auroit faite, ſi un voyage aux Indes Orientales, où il eſt actuellement, ne l'en eût empêché: en ſon abſence j'ai tâché d'y ſuppléer. Ce petit Ouvrage devient d'autant plus néceſſaire, que l'ancienne Deſcription n'étant plus exactement conforme aux nouveaux Inſtrumens, la plûpart de ceux qui

en achetent, ont recours au sieur le Maire qui les fait; mais qui ne peut donner à tous les éclaircissemens dont ils ont besoin.

M. de Brémond, Traducteur des Transactions Philosophiques, a donné à la suite de l'année 1731, un Mémoire de sa façon, dans lequel il a expliqué la description de cet Instrument, la maniere de s'en servir, & quelques changemens imaginés par d'autres Savans. Mais ce Mémoire n'étant pas rédigé avec tout l'ordre dont il étoit susceptible, j'en ai extrait ce qui m'a paru le plus convenable, & j'ai suivi l'ordre qu'avoit employé M. d'Après, & qui est plus méthodique.

Comme le principe de la construction de cet Instrument n'est pas familier à tous ceux qui s'en ser-

vent, & que l'on ne voit pas du premier coup d'œil pourquoi sur un arc de 45° on en a 90°, j'ai cru qu'il étoit nécessaire d'en donner une courte Démonstration; mais au lieu de celle qui est dans les Transactions Philosophiques & qui est fort longue, j'ai mieux aimé faire imprimer ici un Théorême qui se trouve dans les leçons d'Optique de M. l'Abbé de la Caille. (p. 51.) Je l'ai préféré à tout autre, à cause de sa simplicité & de sa briéveté.

Voici donc l'ordre que je me suis proposé: 1°. Je donne la Démonstration du principe de la construction. 2°. Comme il y a deux façons d'observer avec cet Instrument, l'une par-devant, & l'autre par-derriere, j'explique les deux méthodes chacune séparément. L'explication

qui concerne l'obſervation par-devant eſt de M. d'Après. 3°. Je fais voir les avantages de cet Inſtrument ſur les autres : la plus grande partie de cet article eſt encore de M. d'Après. 4°. Je donne l'extrait d'un Mémoire envoyé à l'Académie Royale des Sciences ſur cet Inſtrument par Meſſieurs les Académiciens qui alloient au Pérou, & les attentions qu'il faut avoir, lorſqu'on a pris des hauteurs correſpondantes du Soleil, ſelon les deux différens cas que cela peut fournir. 5°. Une Table des Réfractions & ſon uſage. 6°. Une Table de la Déclinaiſon d'un certain nombre d'Etoiles des plus connuës & des plus éclatantes. 7°. Enfin je propoſe de trouver la Latitude ſur mer par la hauteur méridienne de la Lune

& je donne pour cet effet une Table générale de la Parallaxe moyenne de hauteur de cet aſtre. Cette Méthode pratiquée par quelques Pilotes à qui M. Bouguer l'avoit conſeillée, leur a réuſſi aſſez bien ; mais il y a certains cas auxquels, comme les en avoit avertis ce ſavant Académicien, on n'y peut pas avoir grande confiance, à cauſe du changement irrégulier de la Lune en déclinaiſon ; ſon mouvement ne ſe fait pas uniformement, & ſa grande variation empêche les parties proportionnelles d'être exactes.

On voit par ce court expoſé que l'ouvrage entier de M. d'Après ſe trouve fondu dans celui-ci, qui en eſt une augmentation, & qu'on a tâché de rendre le plus utile qu'il a été poſſible, en attendant qu'une

plus longue expérience fourniſſe les moyens de perfectionner cet Inſtrument, duquel on peut tirer un très-grand parti, & que par un examen exact des différentes façons dont ces Inſtrumens ſont faits, ſoit en France, ſoit en Angleterre, on puiſſe décider laquelle mérite la préférence. Si les objets qui doivent être de quelque utilité au genre humain méritent toutes ſortes d'attentions, peut-on en négliger un de l'eſpèce de celui-ci, dont l'importance eſt ſi généralement reconnue ?

DESCRIPTION

DESCRIPTION
ET USAGE
DU NOUVEAU
QUARTIER ANGLOIS
DE REFLEXION.

CET Instrument consiſte en un demi-quart de cercle, dont l'arc, comme on ſçait, ne contient que 45°; mais par la nature de la réflexion, qui s'y fait ſur deux miroirs, les demi-degrés valent des degrés. C'eſt pourquoi

l'arc est divisé en 90 parties ou degrés : on y ajoûte des transversales ou une division de Nonnius, de façon que l'on peut facilement distinguer les minutes & demi-minutes de degrés, & prendre toutes les hauteurs depuis l'horison jusqu'au zénith.

Cette construction est fondée sur le principe suivant : Si un miroir tourne sur un axe, c'est-à-dire, s'il change d'inclinaison ou de situation, le mouvement angulaire des images est double de celui du miroir.

Demonstration.

Soit *AB* (*Fig.* 1.) la situa-

tion du miroir, OE un rayon incident, EF un rayon réflechi ; que le miroir tourne sur un axe qui passe par le point E, & prenne la situation CD, le rayon incident OE aura pour rayon réflechi EG · je dis que l'angle FEG, qui exprime le mouvement angulaire ou la quantité dont le rayon réflechi EG s'est écarté de sa premiere situation EF, est double de AEC, mouvement angulaire du miroir.

Car le mouvement du miroir AB le portant vers le raïon réflechi EF, & lui faisant prendre la direction CD, il est clair que la ligne HE, perpendiculaire au plan du miroir,

s'approche du rayon incident *OÆ*, & qu'elle s'en approche d'un mouvement angulaire égal à celui du miroir, puisqu'elle lui est perpendiculaire; & alors elle a la direction *KE*. Si donc le mouvement angulaire du miroir l'éloigne du rayon incident d'une certaine quantité, il en approche d'autant la perpendiculaire; mais elle doit rester au milieu entre les deux rayons; donc le rayon réflechi s'en approche d'une quantité égale à celle dont elle s'en est écartée; donc voilà deux quantités égales au mouvement angulaire du miroir dont le rayon réflechi s'approche du rayon incident, qui

eſt immobile, celle du mouvement de la perpendiculaire & celle de ſon mouvement propre ; donc ce rayon réfléchi s'eſt approché du rayon incident d'une quantité double au mouvement angulaire du miroir.

Si, par exemple, le rayon incident *OE* faiſoit avec le miroir *AB* un angle de 30°, le rayon réfléchi *EF* feroit avec le même miroir un angle de 30° ; parce que les angles de réflexion ſont égaux aux angles d'incidence. Maintenant qu'on faſſe décrire au miroir *AB* un angle de 10°. ſur un axe qui paſſera par le point *E*, & qu'on lui donne la direction

CD, il est clair que le rayon incident fera un angle de 40° avec ce miroir : (*a*) la perpendiculaire étoit à 60° du rayon incident *OE*; elle n'en est donc plus qu'à 50°, puisque son mouvement angulaire est égal à celui du miroir : elle seroit donc à 70° du rayon réflechi *EF*, si celui-ci ne changeoit pas de place : mais la perpendiculaire doit toujours être au milieu entre les deux rayons, l'incident

(*a*) Dans cette nouvelle direction *CD*, le rayon réfléchi *EF* ne fait plus qu'un angle de 20° avec le miroir, puisque ce dernier s'en est approché de 10° : mais les angles de réflexion sont égaux aux angles d'incidence ; donc le nouveau rayon réfléchi *EG*, doit faire aussi avec le miroir un angle de 40° ; donc il est obligé de décrire tout d'un coup 20°, tandis que le miroir n'en décrit que 10° ; donc son mouvement angulaire est double du mouvement angulaire du miroir.

& le réflechi; donc dans la nouvelle direction *CD* du miroir, le rayon réfléchi est obligé de décrire un arc de 20°, tandis que le miroir n'en a décrit que 10°. donc l'angle qui exprime le mouvement réfléchi est toujours double de celui qui exprime le mouvement du miroir. Donc si le miroir décrit un demi-quart de cercle, le rayon réfléchi décrira un quart de cercle. Il est aisé d'appliquer ce principe à notre Instrument. L'image du Soleil se peint sur le miroir *F*, qui la renvoye (*Plan. 1. Fig. 2.*) par un rayon réfléchi sur une des petites glaces immobiles *G* ou *H*: l'astre ne peut changer de hau-

teur, que, pour conserver l'incidence du rayon réfléchi sur le même point d'une des petites glaces, on ne fasse marcher le miroir *F*, & en même-tems l'alidade *AC* qui exprime le mouvement angulaire du rayon réflechi : on a donc ici un miroir *F*, qui tourne sur son centre *C*, & un rayon réfléchi ; donc le mouvement angulaire de ce dernier est toujours double du mouvement angulaire du miroir ; donc 45° gravés sur le limbe *BC* qui expriment le mouvement du miroir *F* selon leur valeur réelle, en valent 90° pour le rayon réfléchi, qui est marqué par l'alidade *AC*.

Mais cette application s'entendra peut-être mieux, quand on aura lû la Description de l'Instrument, dans l'article suivant.

L'Instrument (*Pl. 1. Fig. 2.*) a une alidade *AC* mobile sur son centre *C*; & cette alidade d'un côté soutient sur le centre de l'Instrument un miroir *F* plan & fixé perpendiculairement sur elle, & de l'autre elle marque par sa ligne de foi les divisions de l'Instrument. Pour assujettir cette alidade, & l'empêcher d'être trop libre, on a mis (*Pl. 2. Fig. 1.*) sous son étrier une vis de cuivre *X*.

Un des rayons de l'Instrument (*Pl. 1. Fig. 2.*) *BC*,

plus large dans sa partie supérieure, porte deux petites avances *E* & *D*, faites en demi-cercles, pratiquées extérieurement & peu éloignées l'une de l'autre. Sur ces avances posent deux petites glaces *H* & *G*, assujetties chacune sur deux bourrelets de cuivre. Ces bourrelets sont paralleles au plan de l'Instrument; ils sont serrés par de petites vis, afin que l'un ne puisse mouvoir sans l'autre.

Il ne faut pas toucher à ces petites vis, de peur de faire tomber les petites glaces; mais comme il faut mouvoir ces dernieres, & leur donner une position convenable, telle qu'on l'expliquera ci-après, chaque

bourrelet inférieur a pardeſſous (*Pl. 2. fig. 1.*) une queüe de cuivre *Q*, qui traverſe le rayon : cette queüe gliſſe le long du rayon par une rainure dans laquelle entre un écrou *T*, que l'on ſerre quand la glace eſt fixée au point que l'on juge à propos. Ces petites glaces ſont en partie étamées, & en partie tranſparentes ; leur moitié, qui fait miroir, eſt dans une couliſſe à angles droits ou d'équerre avec l'Inſtrument ; l'autre moitié qui eſt tranſparente, paroît en dehors, & eſt plus éloignée du plan de l'Inſtrument.

Ces glaces doivent toutes trois être parfaites, ſans vei-

nes, sans boursouflures, sans inégalités : si leur épaisseur n'étoit pas scrupuleusement égale, & leur surface extrêmement polie, après la réflexion on verroit plusieurs images du même objet : les glaces des miroirs communs ne valent ordinairement rien. Au surplus il est très-facile d'essayer si les glaces sont bonnes ; il n'y a qu'à examiner l'image du soleil après les deux réflexions ; quand l'image est bien distincte & bien décidée, quand ses bords sont bien terminés, surtout si le soleil est à une grande hauteur, on peut être sûr de la bonté des glaces.

Les miroirs de glace ayant

par leur conſtruction pluſieurs ſurfaces, & étant par là ſujets à renvoyer pluſieurs images d'un même objet, il vaut mieux que le miroir fixe *F* (*Pl. 1. fig. 2.*) de l'alidade ſoit de métal; & l'on préviendra l'inconvénient de la rouille, qui peut s'attacher à cette ſorte de miroir, ſurtout à la mer & pendant les longues campagnes, ſi l'on a ſoin de l'envelopper d'un petit ſac de peau (*a*) non paſſée au ſouffre, & de l'eſſuier exactement toutes les fois que l'on s'en ſera ſervi : on en a conſervé avec cette ſeule at-

(*a*) Les peaux blanches ſont paſſées au ſouffre, qui leur donne la propriété de rouiller aſſez facilement les métaux qui en ſont ſuſceptibles ; mais les peaux de chamois proprement dites, ne produiſent pas le même effet.

tention au milieu des brumes du Grand-Banc. (*a*) On a pratiqué sur le même rayon deux trous, *O*, *o*, pour y placer un ou deux verres obscurs *V*: ces verres servent à diminuer l'éclat de l'image du soleil, en les interposant à la réflexion: on les ôte & on les place avec facilité: on les met dans le trou supérieur *O*, quand on fait usage de la glace *G*, & dans le trou inférieur *o*, quand on se sert de la glace *H*.

Vis-à-vis de cette seconde glace inférieure *H*, est une pinnule *R* percée d'un petit trou,

(*a*) Il faudroit faire la même épreuve dans les mers de la zone torride, sur lesquelles le fer se rouille beaucoup plus vîte que dans les mers du nord & dans ses brouillards.

qui doit répondre au milieu de la partie transparente.

L'autre rayon *L C* est chargé seulement d'une pinnule *P*, percée d'un ou de deux trous : elle est en face de la glace supérieure *G* ; le premier trou doit répondre au milieu de la partie transparente, & le second, quand il y en a deux, doit être un peu plus en-dehors.

Quand on veut se servir de cet Instrument, on peut se tourner en face vis-à-vis l'objet dont on veut prendre la hauteur, ou prendre l'objet par derrière soi, & lui tourner le dos. La premiere façon d'observer s'appelle, *observation*

par-devant, & la seconde, *observation par-derrière.*

Dans le premier cas on place l'œil à la pinnule *P*, & on regarde dans la glace *G;* dans le second cas on regarde par la pinnule *R* dans la glace *H;* dans l'un & l'autre cas l'objet à observer se peint dans le miroir *F*: son image se réfléchit sur la glace *G* pour la premiere espéce d'observation, & sur la glace *H* pour la seconde: l'on fait en même tems quadrer cette image avec l'horison vû par la partie transparente de la glace sur laquelle se réfléchit l'image.

Il est bon de sçavoir qu'il n'est pas indifférent d'emploier

l'une ou l'autre façon d'obſerver : celle *par devant* eſt la plus exacte ; elle eſt préférable à l'autre. Dans celle-ci l'image du ſoleil tombe ſur la glace ſi obliquement, qu'elle peut occaſionner quelques erreurs : d'ailleurs la pinnule eſt trop près de ſa glace, & peut empêcher la netteté de la viſion.

Mais dans l'un & l'autre cas, il faut avant toutes choſes ſonger à la *rectification* de l'Inſtrument, c'eſt-à-dire, à la poſition des miroirs l'un à l'égard de l'autre ; il ne faut jamais la négliger : ſi elle n'eſt pas ſcrupuleuſement exacte, l'Inſtrument devient vicieux & inutile par conſéquent. Car la

hauteur du soleil ou d'une étoile prise avec ce Quartier est déterminée par l'inclinaison du grand miroir avec l'un des petits. En effet, lorsqu'on observe par-devant ; le double de cet angle d'inclinaison donne *la hauteur cherchée* : elle est marquée par l'alidade sur l'arc gradué ; & elle se compte, sçavoir, la hauteur sur l'horison, depuis le commencement de la graduation en *A*, jusqu'au lieu de l'alidade ; & la distance au zenith, qui est son complement, se compte au contraire depuis *B*, où finit la graduation, jusqu'au lieu de l'alidade.

Lorsqu'on observe par-derrière, c'est également le double

du changement de ſituation que reçoit le miroir *F* qui donne la *hauteur cherchée*. Cette hauteur eſt marquée dans ce ſecond cas comme dans le premier, par le point de la graduation où répond l'alidade.

Par conſéquent ſi l'alidade eſt au commencement de la diviſion, la ſurface du petit miroir, qui ſert aux obſervations pardevant, doit être exactement parallèle à la ſurface du grand miroir poſé ſur l'alidade ; & au contraire pour les obſervations en arrière la ſurface du petit miroir doit être à angles droits avec le même grand miroir : ainſi les rayons du corps lumineux re-

prennent dans le premier cas la direction de leur premier mouvement après deux réflexions ; au lieu que dans le second cas ces rayons reviennent sur eux-mêmes, & font paroître les objets à l'opposite. On expliquera dans un article séparé la façon dont il faut s'y prendre pour vérifier la position des glaces ; ce qui s'appelle *rectifier l'Instrument.*

Si le Soleil est éclatant, il faut faire tomber l'image réfléchie sur la partie non étamée pour en diminuer l'éclat, & regarder en même tems l'horison; mais si le Soleil est couvert de nuages, ou si c'est une étoile, il vaut mieux recevoir

l'image sur la partie étamée, qui lui donne un nouvel éclat, & voir si la ligne de l'horison prolongée couperoit le Soleil ou l'étoile. Dans l'un & l'autre cas la ligne visuelle doit être parallèle, le plus qu'il est possible, au plan de l'Instrument ; c'est pour cela que dans l'observation pardevant, quand le Soleil est vif, on reçoit son image sur la partie transparente du miroir, & qu'on regarde par le trou extérieur de la pinnule : quand au contraire le Soleil est foible, ou que l'on prend la hauteur d'une étoile, on reçoit l'image sur la partie étamée près du bord, & l'on place l'œil

au trou intérieur de la pinnule.

Observation par-devant.

Dans cette observation la hauteur du Soleil ou d'une étoile au-dessus de l'horison se détermine, comme on l'a déja dit, par le secours des deux glaces ou miroirs *F* & *G*, qui doivent être inclinés l'un à l'autre ; & ils le sont toujours pour peu qu'on fasse mouvoir l'alidade. Mais pour prendre hauteur il faut faire ensorte, en changeant l'alidade de situation, que l'image de l'objet observé, comme le soleil ou l'étoile, paroisse dans la même ligne que l'horison.

Or on connoît l'inclinaiſon du petit miroir *G* par rapport au grand *F*, ſi l'on connoît le double de l'angle de cette inclinaiſon ; & c'eſt ce qui ſe trouve marqué ſur le limbe depuis le point *A* ou o juſqu'au lieu où eſt l'alidade.

RECTIFICATION de l'Inſtrument.

Cette précaution eſt preſque toujours néceſſaire avant que de prendre hauteur, & elle s'exécute très-facilement pour peu qu'on y faſſe attention : il faut pour cela mettre l'alidade au point o de la graduation ; & tenant l'Inſtrument d'à plomb, ou à peu près,

& l'arc en bas, on placera l'œil à un des trous de la pinnule, & on regardera l'horiſon à travers la partie non étamée du petit miroir. Il faut remarquer que l'on peut, quand il eſt néceſſaire, faire tourner circulairement les bourrelets qui portent le petit miroir, par le moyen d'une queue de cuivre, *Q*, placée derrière l'Inſtrument, en deſſerrant pour cet effet l'écrou de cuivre *T*, juſqu'à ce que l'horiſon réfléchi dans la partie étamée, & vû en même tems à travers celle qui ne l'eſt point, ne faſſe qu'une même ligne droite & ſans courbure: & cette dernière circonſtance ſe vérifie en faiſant

mouvoir

mouvoir l'Inſtrument de droit à gauche, & le balançant un peu ; car on appercevra l'horiſon réfléchi dans le petit miroir, ſe déſunir quelquefois de l'horiſon vû à travers de la glace ; & c'eſt ce qui fait connoître que le petit miroir n'eſt ni parallèle au grand miroir, ni perpendiculaire au plan de l'Inſtrument : pour l'amener à cette ſituation, on ſe ſert de la queue placée derrière le miroir, en la faiſant monter ou deſcendre, ſuivant l'un des deux cas ſuivans.

1°. Si, en penchant l'Inſtrument ſur la gauche, l'horiſon vû dans la moitié de la glace qui fait miroir, s'éleve au-deſ-

sus de celui qui est vû à travers de l'autre moitié, il faut baisser la main de la petite queue : si au contraire il s'abaisse en dessous, il faut la lever, jusqu'à ce qu'enfin, penchant & balançant l'Instrument dans quelque situation que ce soit, l'horison vû dans la glace, & celui vû au travers, soient unis ensemble.

Le mouvement de cette queue est très-sensible, & il faut avoir attention que, pendant tout le tems de cette observation, l'alidade soit toujours au commencement de la graduation. Si cependant un Observateur trop pressé n'avoit pas le tems de rectifier son In-

ſtrument avant que d'obſerver, il peut faire ſon obſervation à l'ordinaire ; puis quand elle eſt faite, faire mouvoir l'alidade juſqu'à ce que l'horiſon réfléchi & l'horiſon direct ne faſſent plus qu'une même ligne : il remarquera alors le point ſur lequel tombe l'alidade : ſi elle tombe juſte ſur o°, il n'y a point d'erreur d'Inſtrument ; mais ſi elle tombe en deçà ou au-delà, la différence entre o° & le point où eſt l'alidade, eſt l'erreur de l'Inſtrument, & il faut l'ajouter à la hauteur donnée, ou l'en ſouſtraire, ſelon qu'elle ſera en plus ou en moins : ſi l'alidade eſt au-delà de o° vers *K*, l'erreur eſt en

plus, la hauteur est trop grande, il en faut soustraire cette quantité : si l'alidade est en deçà de 0° vers *M*, l'erreur est en moins, la hauteur est trop petite, il y faut ajouter cette même quantité.

Si le lieu où est l'Observateur, étoit fort élevé au-dessus de la Mer, & qu'on voulût, sur l'Instrument même, avoir égard à cette élévation, il faudroit, au lieu d'avoir mis l'alidade au commencement de la graduation, comme il est dit au premier article, le mettre d'autant de minutes au-deçà vers *L* qu'il est marqué dans la Table des Elévations mise ci-après, & ensuite disposer le

petit miroir, comme on l'a prescrit ci-dessus.

Il y a au commencement & à la fin de la graduation du demi-quart de cercle quelques portions graduées qui doivent servir à donner plus que le quart de cercle ; ce qui est destiné pour ce qui vient d'être expliqué.

On peut négliger cette précaution avant que de prendre hauteur ; il suffira de soustraire de la hauteur donnée par l'alidade le nombre de minutes que l'on trouvera dans la Table des Elévations répondre à l'élévation dont on est au-dessus de la Mer.

Maniere d'obſerver.

On tiendra l'Inſtrument, l'arc en bas, le plus verticalement que l'on pourra, ſans pourtant ſe gêner beaucoup ; parce que, ſuivant ce qui va être dit, il eſt facile de connoître s'il n'eſt pas d'à plomb, & par conſéquent de le tenir comme il doit être.

On placera enſuite l'œil à la pinnule *P*, & regardant l'horiſon à travers de la glace *G* dans l'endroit qui répond à peu près au-deſſous du ſoleil ou d'un autre aſtre dont on voudra obſerver la hauteur, on fera avancer l'alidade ſur le limbe, & par le moyen de ce mouve-

ment l'image réfléchie du soleil ou de l'astre viendra se joindre à l'horison vû à travers la glace, & la hauteur de l'astre sera marquée par le nombre des dégrés marqués par l'alidade, ainsi qu'il a été dit. Il a paru par une longue expérience, qu'il étoit plus commode & plus sûr pour que l'observation fût exacte & sans erreur, de la faire sur le bord de la partie étamée du petit miroir (*a*), se servant du bord inférieur ou du bord supérieur du disque du soleil, & observant quand il est précisément de niveau avec

(*a*) Ce que l'on dit ici n'est point contraire à la règle générale prescrite à la fin de l'article qui précède celui de la rectification de l'Instrument.

le bord de l'horiſon, qu'on voit en même tems à travers de la partie non étamée : on interpoſera le verre obſcur, ſi le ſoleil eſt trop brillant ; ou on le retirera, ſi l'objet n'a pas aſſez d'éclat pour être vû au travers. Je dis qu'il faut ſe ſervir du bord ſupérieur du ſoleil ou du bord inférieur, parce que ſi on prenoit le centre, on pourroit, faute de le bien déterminer, ſe tromper de quelques minutes ; au lieu qu'en ajoutant aux dégrés & minutes de la hauteur trouvée, ſi on a pris le bord inférieur, 16 minutes $\frac{1}{3}$ au premier Janvier, mais ſeulement 15 minutes $\frac{3}{4}$ au premier Juillet, & à proportion

dans les autres tems de l'année, en ſorte qu'au premier Avril & Octobre on ait juſte 16 minutes pour le demi-diamètre du ſoleil, on aura la hauteur exacte de ſon centre ſur l'horiſon : ſi on a pris la hauteur du bord ſupérieur, il faut retrancher le même nombre de minutes pour avoir la hauteur du centre.

Il reſte à préſent à connoître ſi l'Inſtrument eſt perpendiculaire quand on fait l'obſervation, ce qui eſt très-facile ; car ſi on fait mouvoir l'Inſtrument de côté, tenant toujours l'image ſur le bord du verre, on la verra couler en arc le long de l'horiſon ; & ſi l'Inſtru-

ment est droit, cette image touchera l'horison au seul point où l'observation a été faite ; si elle le coupoit en la faisant glisser ainsi, il faudroit retirer un peu l'alidade, afin que le bord du soleil rasât seulement l'horison : cette opération est plus facile qu'on ne peut l'expliquer, & rend l'opération très-exacte.

On connoît que le soleil monte, si un instant après avoir ajusté son image avec l'horison, on la voit s'élever au-dessus ; pour lors il faut avancer l'alidade : on connoît de même l'instant qu'il commence à baisser, lorsqu'on voit le bord plus bas que le niveau de

l'horiſon : ce mouvement de l'alidade eſt ſi ſenſible, qu'on ne peut l'avancer ou la retirer de 1 ou 2 minutes, que l'on ne s'en apperçoive par la déſunion de l'objet & de l'horiſon ; ce qui fait qu'il n'y a point d'Inſtrument ſi exact parmi tous ceux qui ont été en uſage juſqu'à préſent pour la Mer : car tout Marin conviendra qu'il peut, à la flèche ou au quart de cercle, avancer le gabet de 2 ou 3 minutes, ſans s'en appercevoir ſenſiblement par l'ombre.

Si on veut prendre hauteur aux étoiles, la meilleure maniere de l'obſerver eſt de regarder d'abord l'étoile directe-

ment, l'alidade étant sur le point o°; ensuite avancer la règle sans perdre l'étoile de vûe, & la conduire par ce mouvement à l'horison : cette précaution paroît nécessaire, tant à cause de l'obscurité, que pour ne pas prendre une étoile pour l'autre. Comme c'est pendant la nuit qu'on fait ces sortes d'observations, & qu'elle est souvent obscure, il faut descendre l'image aussi près de la surface de la Mer que l'on pourra; & on feroit encore mieux de se servir des étoiles qui passent au Méridien pendant le crépuscule du soir ou du matin, ou de profiter du clair de lune, qui rend l'observation plus pré-

ciſe, parce que l'horiſon eſt plus facile à déterminer.

A l'égard des hauteurs priſes, le ſoleil étant au zénith ou aux environs, & qui ſont auſſi exactes avec cet Inſtrument, que ſi cet aſtre n'étoit qu'à 60° au-deſſus de l'horiſon, il a paru utile d'en parler ſéparément, pour ne rien laiſſer de difficile ſur l'uſage ou la maniere de s'en ſervir. Etant incertain ſi on eſt au Nord ou au Sud du ſoleil, il faut, quelque tems avant midi, obſerver la hauteur, comme on a dit ci-devant, ſans s'embarraſſer du point de l'horiſon, où ſe rencontre l'aſtre réfléchi, car il eſt toujours vers l'Orient : on re-

marquera seulement qu'il faut, en faisant mouvoir l'Instrument, faire glisser l'image autour de l'horison, afin d'être assuré que ce point est la moindre distance du zénith, & le seul où il peut toucher l'horison sans le couper ; ce mouvement se faisant très-promptement, on s'apperçoit de l'instant où le soleil croise le Méridien, en regardant du Nord ou du Sud vers l'Oueſt ; on s'en apperçoit, dis-je, de la même maniere qu'on connoît dans les autres hauteurs qu'il commence à baisser ; car si le soleil est au zénith, ou à 2 ou 3 minutes du zénith, aussi-tôt qu'on aura ajusté l'image du soleil a-

vec l'horiſon, & qu'elle le raſera au Nord ou au Sud, ſans le couper, il n'y aura qu'à faire gliſſer l'image vers l'Oueſt; ſi le ſoleil a paſſé le Méridien, il paroîtra ſe plonger dans l'horiſon, ce qu'il ne fera pas, s'il n'eſt pas encore au Méridien, ou dans l'inſtant qu'il y arrive: ainſi le point de l'horiſon où s'eſt faite l'obſervation, qui ſe trouve au Nord ou au Sud, fait connoître vers lequel des deux on eſt à l'égard du ſoleil.

OBSERVATION par-derrière.

Il a paru néceſſaire, pour une plus grande perfection de cet Inſtrument, d'y remettre le

petit miroir *H* qui sert aux observations par derrière, & que l'on n'avoit supprimé dans quelques-uns que pour leur donner plus de légereté. Car si cet Instrument est monté de façon que l'on ne puisse observer que par-devant, toutes les fois que l'on aura des terres dans la partie du Sud, on n'aura point de hauteur. Le même inconvénient arrivera encore, si, ce que l'on voit fort souvent, l'horison se trouve embrumé dans la partie du Nord & clair dans celle du Sud. Au lieu que l'Instrument étant garni, comme il est actuellement, on pourra choisir celle des deux façons d'observer, qui conviendra le

mieux, ſelon les circonſtances; mais, on le répete, il faut, quand on le peut, toujours donner la préférence à l'obſervation par-devant. Dans l'obſervation par-derrière, la hauteur d'un objet quelconque ſur l'horiſon eſt déterminée par l'inclinaiſon du petit miroir *H* & du grand *F*; en comptant cette inclinaiſon d'un des miroirs depuis la perpendiculaire à l'autre; & cette obliquité doublée ſera marquée par l'alidade ſur le limbe à la manière ordinaire. Ainſi il ſuffit, lorſqu'on veut ſe ſervir du Quartier Anglois par-derrière, de faire concourir l'horiſon vû par la pinnule *R* & par la par-

tie non étamée de la petite glace *H*, avec l'image de l'astre que réfléchit sur cette même glace le grand miroir *F*, & on aura la hauteur indiquée par le point de la graduation où se trouvera arrêtée l'alidade. Toute la différence qu'il y aura dans l'observation, c'est que l'astre paroîtra descendre, à mesure qu'il montera.

Rectification de l'Instrument.

La rectification de l'Instrument, avant que de prendre hauteur, est aussi nécessaire dans ce cas-ci que dans l'autre. Pour cet effet on met l'alidade sur 0° de la graduation, & tenant l'Instrument à-peu-près

d'à plomb, on place l'œil à la pinnule *R*, & l'on voit ſi l'horiſon, qui eſt derriere, réfléchi par le miroir *F* ſur la partie étamée du miroir *H*, ne fait avec l'horiſon vû par la partie tranſparente de la même glace *H*, qu'une ligne droite & ſans courbure. On s'aſſure facilement de la coïncidence de ces deux lignes, en faiſant le même mouvement que dans l'autre eſpèce d'obſervation ; car ſi le petit miroir ne fait pas, avec le grand, un angle de 90°, l'horiſon réfléchi ſe ſéparera de l'horiſon naturel, en balançant à droite ou à gauche : la queue de cuivre *Q* placée derrière le miroir *H*, ſe porte en haut ou

en bas, selon l'un des deux cas suivans.

1°. Si en penchant l'Instrument sur sa droite, l'horison réfléchi vû sur la partie étamée s'éleve au-dessus de celui vû par la partie transparente, il faut porter la queue en bas.

2°. Si au contraire il s'abaisse au-dessous, il faut porter la queue en haut. Quand les deux horisons ne se quittent plus, nonobstant le balancement de droite & de gauche, on serre la vis qui arrête la queue.

Si le lieu où est l'Observateur, est fort élevé au-dessus de la ligne horisontale, il y faut avoir égard sur l'Instrument même : & alors, au lieu

de mettre l'alidade ſur 0°, on la met en deçà de la diviſion vers *M*, du nombre des minutes marquées dans la Table des élévations miſe ci-après ; ce qui eſt directement contraire à ce qui a été preſcrit pour l'obſervation par-devant : mais ici l'erreur eſt en ſens contraire.

L'on pourroit ſe diſpenſer de rectifier l'Inſtrument avant que de prendre hauteur ; mais il faudroit, après l'avoir priſe, faire la même opération indiquée (pag. 29.) lorſqu'on néglige la rectification avant que d'obſerver par devant : s'il provient une erreur, on l'ajoutera ou on la ſouſtraira ſelon que l'Inſtrument marquera moins

ou plus que o°, lorsqu'on fera tomber l'horison réfléchi sur l'horison direct.

Il en sera de même de la petite correction qu'il faut appliquer pour l'élévation dont l'Observateur est au-dessus de la surface de la Mer.

MANIERE D'OBSERVER.

On tiendra l'Instrument le plus droit qu'il sera possible, l'arc en bas & le centre en haut; on mettra l'œil à la pinnule *R*, on regardera l'horison direct par la partie non étamée de la glace *H*, puis on amenera l'image réfléchie du soleil, qui dans ce cas est derrière l'Observateur, jusqu'à ce que l'un des bords de l'astre rase la ligne

horiſontale.

On pourroit auſſi pencher l'Inſtrument de façon qu'il fût preſque parallèle à l'horiſon, & regardant par la pinnule *R*, faire venir l'image réfléchie du ſoleil ſur la glace *H*; puis conſervant toujours cette image ſur la même glace, relever l'Inſtrument le centre en haut & l'arc en bas, juſqu'à ce qu'il ſoit preſque droit, & qu'un des bords du ſoleil raſe l'horiſon. La hauteur de l'aſtre ſe meſure par l'alidade depuis le point o° juſqu'à celui auquel elle eſt, & ſa diſtance au zénith ou le complément de la hauteur, ſe meſure depuis le lieu de l'alidade juſqu'au point *B*.

Il eſt aiſé de voir ſi l'Inſtrument eſt droit ; il n'y a qu'à le pencher à droite ou à gauche ; s'il eſt droit, l'image gliſſera le long de l'horiſon ; s'il ne l'eſt pas, elle ſuivra une ligne qui le coupera : avancez ou reculez l'alidade, juſqu'à ce que l'image & l'horiſon ne ſe quittent plus par le mouvement, & alors la marche ſeule de l'aſtre peut occaſionner leur ſéparation.

Il y a quelques autres circonſtances à obſerver : 1°. Le Ciel eſt en bas & la Mer en haut. 2°. L'Obſervateur doit avoir la tête placée de façon qu'elle n'intercepte pas les raïons de lumiere qui viennent au grand miroir.

Comme

Comme il n'eſt pas facile de juger quand le centre du ſoleil eſt dans la ligne de l'horiſon, & que ſon diamètre eſt de 32 minutes environ, il faut prendre la hauteur du bord inférieur ou ſupérieur du ſoleil, & ajouter ou retrancher 16 minutes de la hauteur obſervée, pour avoir la hauteur du centre : mais il ne faut pas oublier que l'objet étant renverſé, le bord qui paroît ſupérieur, eſt réellement l'inférieur ; par conſéquent il faut ajouter 16 minutes pour le bord qui paroît ſupérieur, & les ôter pour l'inférieur.

On connoît que le ſoleil monte, ſi ſon image coupe

l'horiſon ; & qu'il deſcend, ſi ſon image s'écarte de l'horiſon : le moindre mouvement de l'alidade rend cette marche extrêmement ſenſible : le ſoleil ne peut pas monter ou deſcendre d'une minute, qu'on ne s'en apperçoive dans l'inſtant : avantage que n'ont point les autres Inſtrumens dont on ſe ſert à la Mer.

On pourroit auſſi prendre par-derrière la hauteur d'une étoile ; mais comme il ne ſeroit pas aiſé de la ſaiſir, attendu qu'on ne la verroit pas directement, & qu'on pourroit la confondre avec quelqu'autre, ou la perdre de vûe, il vaut mieux ſuivre la méthode

preſcrite à l'obſervation par-devant. Les hauteurs du ſoleil, lorſque cet aſtre eſt au zénith, ſe prennent en obſervant par-derrière, comme en obſervant par-devant ; la mécanique en eſt la même : ainſi voiez ce qui a été dit ci-deſſus à ce ſujet.

AVANTAGES de cet Inſtrument ſur ceux qui ſont aujourd'hui en uſage à la Mer.

On peut compter parmi les avantages que cet Inſtrument a ſur les autres, celui de pouvoir employer pour la même hauteur l'obſervation par-devant & celle par-derrière : alors ces deux méthodes ſer-

vent à ſe vérifier l'une l'autre.

Pour cet effet, ajuſtez les verres pour l'obſervation par-devant, & prenez la hauteur d'un des bords du ſoleil, comme il eſt preſcrit : changez promptement les verres obſcurs en les portant au trou inférieur *O* : retournez-vous, ſans changer l'alidade ; & tenant l'Inſtrument droit, tournez le petit miroir *H* à l'aide de ſa queue *Q*, de façon que le bord oppoſé du ſoleil coïncide avec l'horiſon direct : je dis le bord oppoſé du ſoleil, parce que les objets étant renverſés dans cette façon d'obſerver, il faut, pour prendre la hauteur du même bord que dans l'autre obſer-

vation, mettre le corps entier du soleil au-dessous de l'horison, s'il étoit au-dessus ; & au-dessus, s'il étoit au dessous. Cette manière d'opérer demande beaucoup de promptitude, parce que le soleil change de hauteur pendant l'appareil ; il faut la répéter plusieurs fois, elle en est plus juste. Si elle a été bien faite d'abord, il n'est pas nécessaire de toucher davantage au petit miroir *H*, parce que, quoique le soleil change de hauteur à chaque instant, cependant il ne va pas fort vîte, lorsqu'il est proche du Méridien.

N'oubliez pas, pour avoir la hauteur du centre, d'ajou-

ter ou soustraire 16 minutes selon le bord du soleil que vous avez observé.

A l'égard de l'élévation dont l'Observateur est au-dessus de l'horison, s'il y a eû égard pour l'observation par-devant, en plaçant l'alidade au-delà de 0° vers *L* du nombre de minutes marqué dans la Table, elle se trouve corrigée par l'inclinaison donnée au petit miroir *H*, lorsqu'on le tourne, jusqu'à ce que l'image réfléchie du soleil coïncide avec l'horison.

Si, en ajustant les verres pour l'observation par-devant, l'Observateur a mis l'alidade sur 0° juste, il n'a qu'à soustraire de la hauteur trouvée le

nombre de minutes qui répond à l'élévation dont il eſt au-deſſus de l'horiſon.

Cet avantage de pouvoir faire en même tems deux obſervations du même aſtre, & de les vérifier l'une par l'autre, n'eſt pas le ſeul que cet Inſtrument ait ſur les autres. La nature de la diviſion du limbe, par le moyen de l'alidade, fait que l'on peut avoir une hauteur à une minute ou même à une demie-minute. Si l'on y emploie les tranſverſales, elles donnent juſte deux minutes, & il eſt aiſé d'en eſtimer la moitié. Mais ſi l'on y emploie la méthode de Nonnius, on aura les hauteurs à une demie-minute près.

Je ſçai qu'une préciſion auſſi ſcrupuleuſe n'eſt pas abſolument néceſſaire à la Mer ; mais il y a des occaſions où l'on voudroit pouvoir en obtenir une encore plus grande, & d'ailleurs ſi elle n'eſt pas eſſentielle, elle n'eſt pas nuiſible.

Sur l'alidade mobile on place une petite portion d'arc, dont la longueur occupe trois degrés du limbe de l'Inſtrument : ces trois degrés ſont diviſés de 10 en 10 minutes ; donc les diviſions de ces trois degrés ſont 18 parties : diviſez en 20 parties la petite portion d'arc mobile, qui répond à ces trois degrés, il eſt clair que, quand la ligne de foi ſe

rencontrera préciſément vis-à-vis une des diviſions du limbe, les deux lignes qui terminent cet arc mobile, tomberont ſur deux diviſions du limbe, & que les autres s'en écarteront d'un, de deux ou de pluſieurs dixièmes de ces intervalles : or chaque intervalle étant de 10 minutes, il s'enſuit que l'on en aura exactement la dixième partie ou une minute, & l'on peut aiſément eſtimer à la vûe une demie-minute.

La facilité avec laquelle on conſerve l'union de l'image du ſoleil & de l'horiſon, malgré le mouvement du vaiſſeau, rend cet Inſtrument préférable aux autres. Car la manière

d'observer les hauteurs avec ceux-ci demande une position exacte & invariable, que le mouvement du vaisseau contrarie presque toujours : en sorte que l'Observateur toujours gêné, est obligé d'y suppléer par des mouvemens contraints, pour approcher son Instrument de la vraie situation où il doit être, ce qui devient impossible dans certains tems, soit par la force du vent, soit par le mouvement trop violent du vaisseau : car la désunion des objets observés, (je veux dire de l'ombre, de l'horison ou du soleil) dérangent l'observation, & la rendent défectueuse : tout Pilote con-

viendra de cet inconvénient, qui néanmoins ne ſe rencontre point dans notre Inſtrument, puiſque l'image de l'aſtre une fois amenée à l'horiſon par la réflexion des deux miroirs, y demeure immobile, quelque mouvement que puiſſe avoir le vaiſſeau ; de ſorte que cette union de l'aſtre avec la ligne horiſontale, ne peut jamais varier, à moins que l'aſtre ou l'alidade ne changent de place.

Le mouvement du vaiſſeau qui cauſe à cet Inſtrument un mouvement oblique, donne à l'image de l'aſtre qu'on obſerve, un mouvement latéral ou de côté, qui bien loin d'être

un inconvénient, est en quelque façon néceſſaire ; l'Obſervateur pouvant voir par ce moyen, comme nous l'avons dit, ſi ſon Inſtrument eſt perpendiculaire ou non. Il eſt vrai que ce même mouvement de côté, quoique toujours nuiſible dans les autres Inſtrumens, n'eſt pas pourtant ce qui les dérange le plus ; c'eſt principalement celui de haut en bas & de bas en haut, qui peut toujours cauſer quelques erreurs dans l'obſervation, quelque petit qu'il ſoit : or ce mouvement de haut en bas n'en ſçauroit apporter dans l'Inſtrument dont il s'agit, puiſque l'horiſon & l'aſtre demeurent tou-

jours immobiles relativement l'un à l'autre ; & c'eſt en quoi cet Inſtrument a ſur tous les autres un avantage très-conſidérable : en un mot, on doit faire attention que l'image de l'objet ne peut hauſſer ou baiſſer par le changement de lieu de la glace placée ſur l'alidade, ſans qu'en même tems la ſeconde glace ne hauſſe ou ne baiſſe d'une pareille quantité & en ſens contraire, ce qui fait qu'ils paroiſſent toujours unis à l'œil de l'Obſervateur ; ainſi le tangage ou le roulis n'ont rien de contraire à l'exactitude de l'obſervation.

Je ne doute point que l'on ne convienne aiſément, prin-

cipalement après tout ce que nous venons de dire, que les hauteurs prises par-devant avec la Flèche, soit au soleil, soit aux étoiles, ne peuvent jamais être bonnes; & la raison en est évidente par la nature de l'œil, qui ne peut voir directement & en même tems deux objets éloignés, comme l'horison & l'astre élevé au-dessus, de sorte qu'il est obligé de les regarder l'un après l'autre; or dans cet intervalle le mouvement de la main ou du vaisseau dérange l'observation: au contraire si l'on se sert du nouveau Quartier, on voit toujours l'un & l'autre objet, c'est-à-dire, l'horison & l'astre

réunis dans un même point de vûe ; & par conſéquent il ne peut s'y commettre aucune erreur dans les hauteurs obſervées.

Ce qui eſt encore bien plus eſſentiel dans la Navigation, c'eſt de pouvoir obſerver, ſans erreur, lorſque le Ciel eſt en partie couvert de nuages, c'eſt-à-dire, lorſque l'on ne peut guères appercevoir le ſoleil : or dans ce cas il faut lever le verre obſcur, & l'on appercevra le ſoleil dans la petite glace, pour peu qu'il paroiſſe terminé, & l'expérience fait connoître qu'on peut prendre ſa hauteur ſans aucune erreur ſenſible, ce qui ne ſe trouve

pas dans l'usage de tous les autres Instrumens ; car dans les tems où il y a beaucoup de nuages, les hauteurs que l'on prendra avec les autres Instrumens, & qui paroîtront bonnes, différeront quelquefois de 20 minutes de la vraie, ou de celle qu'on prendroit si le soleil venoit à se montrer tout d'un coup ; au lieu que dans celui-ci l'image du soleil étant l'objet observé, on peut être en tout tems assuré de la hauteur exacte du soleil, & on le peut même lorsque sa lumiere est si foible que l'on ne pourroit pas se servir du Quart de nonante ordinaire.

L'avantage de cette seule

circonſtance ſemble anéantir en faveur de cet Inſtrument l'uſage de tous ceux dont on ſe ſert actuellement. On ſait de quelle conſéquence eſt un atterrage, ſur-tout dans nos Mers d'Europe, où ce cas arrive ſouvent, principalement en hiver, ſoit pour donner dans la Manche, ſoit pour entrer dans un Port, &c. Que de vaiſſeaux, faute de hauteur, ſe ſont perdus en ces parages ou en d'autres, ou plutôt par une hauteur qu'on n'a pû obſerver que douteuſe ! Dans quelles inquiétudes ne ſont pas ceux qui en manquent ? Quelque pratique qu'ils aient des ſondes, leurs connoiſſances déterminent ra-

rement quelque chose de bien précis. Je ne m'étendrai pas davantage sur cet article ; je parle à des Marins, ils en savent toutes les conséquences : j'ajouterai seulement, dit ici M. d'Après, de qui ceci est tiré, que dans l'usage que j'en ai fait dans un voyage de la Chine, où j'ai eu souvent occasion d'observer d'un Ciel couvert, j'ai toujours trouvé une grande facilité de le faire dans des tems, où l'on ne pouvoit rien discerner avec les autres Instrumens.

On ne croit pas prendre une bonne hauteur avec la Flèche ou le Quart de nonante, si on ne voit monter le soleil beau-

coup de tems avant midi, ce qui eſt preſque inutile à celui-ci, puiſque la promptitude & la préciſion de l'opération rendent une obſervation très-bonne, pourvû ſeulement qu'on ſache que l'aſtre n'a pas paſſé par le Méridien lorſqu'on l'a faite : cette même préciſion, à une demie-minute près, eſt très-avantageuſe pour corriger & déterminer l'eſtime de la route ſur quelque aire de vent qu'on cingle, ce dont on ne peut pas ſe flater, lorſqu'on emploie les autres Inſtrumens ſur leſquels 2 ou 3 minutes ne ſont pas ſenſibles. (*a*)

(*a*) Ce qui ſuit, & la comparaiſon des différens Inſtrumens, eſt encore de M. d'Après.

L'exactitude avec laquelle on peut prendre la hauteur du soleil, lorsqu'il est proche du zénith, n'est pas une des moindres propriétés de cet Instrument pour ceux qui naviguent entre les Tropiques : on sait & on éprouve tous les jours de combien d'inconvéniens est suivi le défaut d'une hauteur certaine, lorsqu'on va chercher quelqu'Isle ou Port, du zénith duquel le soleil est voisin ; car il arrive qu'on tombe sous le vent, sans pouvoir remonter qu'avec de grandes difficultés & même avec un retardement considérable, courant risque quelquefois de manquer son voyage : il semble donc

qu'elle eſt autant de conſéquence à leur égard, que le défaut de hauteur, cauſé par l'obſcurité du tems, l'eſt à ceux qui viennent en hyver atterrer aux côtes d'Europe : on n'avoit pû juſqu'à préſent trouver un Inſtrument avec lequel on pût à la Mer avoir dans ce cas une hauteur bien certaine ; m'étant appliqué avec ſoin à rechercher s'il y avoit dans l'uſage de celui-ci quelque inconvénient dans la pratique ou quelque raiſon dans la théorie, qui pût laiſſer des doutes ſur la préciſion de ces obſervations, je n'ai rien reconnu dans l'une & l'autre qui ne fût une nouvelle preuve de ſa bonté.

La Marine est remplie de personnes qui joignent à une pratique consommée une théorie profonde ; j'ai donc cru devoir m'étendre un peu davantage sur cet article, & démontrer mathématiquement que cette hauteur observée est aussi bonne, prise avec soin, que celles que l'on prend lorsque le soleil est à un plus grand éloignement du zénith, & que la différence, s'il s'en trouvoit, avec la Flèche ou avec le Quart de nonante, vient uniquement du défaut de ceux-ci ; examinons pour cela les uns & les autres dans leur construction, afin de mieux prouver les erreurs qui en résultent. Je commence par

le nouveau Quartier.

Il eſt inutile de prouver ici que les angles d'incidence ſont égaux aux angles de réflexion : ce théorême eſt démontré dans preſque tous les Traités de Mathématique ; ainſi je conſidérerai ſeulement comment ſe produit la meſure de cet angle dans cet Inſtrument, & *je démontrerai qu'elle eſt auſſi exacte à une élévation moyenne qu'à telle autre élévation que l'on voudra.*

Lorſqu'on a arrêté l'alidade qui porte le grand miroir au commencement de la graduation, on a auſſi ajuſté le petit miroir, en ſorte que l'objet vû directement à travers de la par-

tie non étamée, convienne avec celui qui est réfléchi par le grand miroir sur la partie étamée du petit ; alors il est clair que les surfaces de ces deux glaces sont exactement parallèles, c'est-à-dire, qu'elles sont par-tout également distantes : cette opération est si facile, qu'on ne peut se tromper de la moindre quantité sans s'en appercevoir : or puisque, pour faire convenir exactement l'objet réfléchi avec l'objet vû directement, il faut que les surfaces des miroirs opposés soient exactement parallèles ; il s'ensuit que, quelque mouvement latéral ou perpendiculaire que reçoive l'Instrument,

Fig. 2.

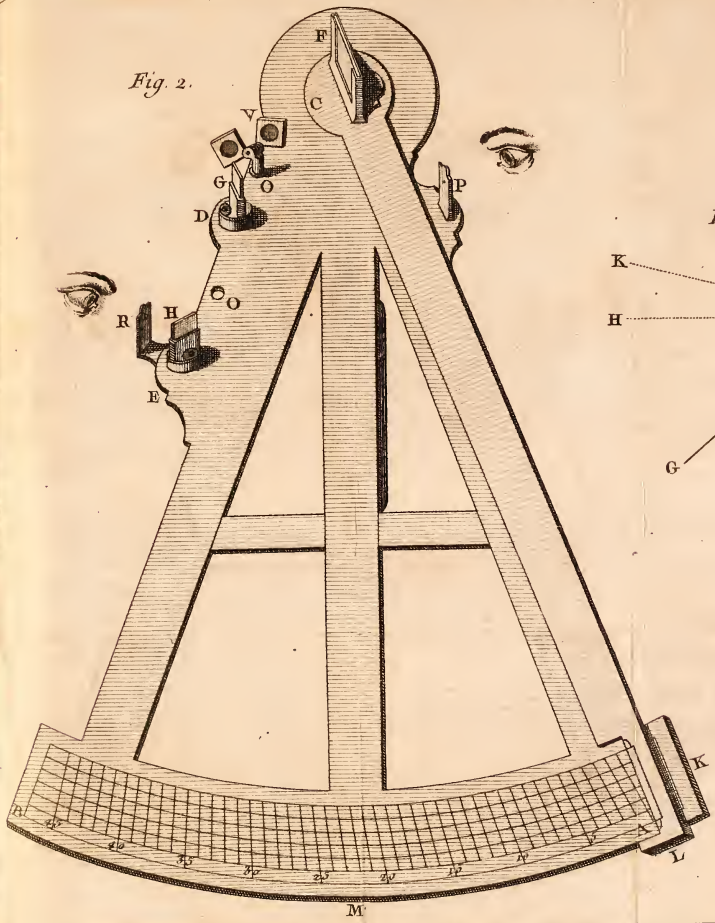
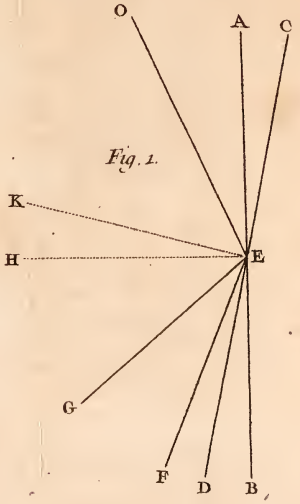


Fig. 1.



surfaces des miroirs opposés soient exactement parallèles ; il s'ensuit que, quelque mouvement latéral ou perpendiculaire que reçoive l'Instrument,

si

si les deux miroirs demeurent toujours parallèles l'un à l'autre, & si l'objet réfléchi demeure toujours dans le même lieu, il n'est pas possible qu'il y ait jamais aucune altération ni erreur; mais si par le mouvement de l'alidade qui supporte le grand miroir, je change sa disposition par rapport au petit miroir qui demeure toujours immobile, alors ces deux surfaces n'étant plus parallèles, l'objet réfléchi change aussi de disposition par rapport à celui qui est vû directement; & ce changement résultant de la diverse inclinaison des deux miroirs, doit être toujours proportionnel au mouvement de

l'alidade, ou, ce qui eſt la même choſe, au mouvement du grand miroir, puiſqu'il eſt attaché ſur l'alidade : d'ailleurs ce changement de diſpoſition ſe meſure par un arc de cercle, dont le centre eſt ſur le grand miroir qui reçoit l'image de l'objet obſervé, quel qu'il ſoit.

Par exemple, ſi on avance cette alidade, l'horiſon que nous conſidérons ici comme l'objet réfléchi, change dans la partie étamée du petit miroir, qui par conſéquent reçoit la réflexion des objets qui ſont de degrés en degrés au-deſſus de l'horiſon, ſuivant que l'on fait avancer l'alidade : & ſi con-

tinuant toujours de l'avancer, on parvient enfin au degré où le ſoleil ſe rencontre, il paroîtra pour lors réuni avec l'horiſon vû directement, & les degrés de ſon élévation ſeront marqués ſur l'arc de cercle depuis le point *A*, où les deux miroirs étoient dans le même plan juſqu'en *M*, où on ſuppoſe que l'alidade vient d'être arrêtée : mais ces deux plans ou miroirs diverſement inclinés ne changent pas leur diſpoſition, lorſque l'on avance l'alidade vers *B* (point d'élévation qui répond au zénith) en plus grande raiſon que de *A* en *M* : donc la différente hauteur de l'objet eſt autant

sensible de *M* en *B*, que de *A* en *M*; d'où il suit que la hauteur observée, le soleil étant aux environs du zénith, est aussi exacte qu'à une moyenne élévation.

Il n'en est pas de même des autres Instrumens : si on les considere dans leur construction, on n'en verra qu'un seul assez exact pour observer sur Mer, c'est le Quartier Anglois, lorsqu'il est bien fait; car pour l'arbalestrille ou flèche, elle a tant d'inconvéniens, qu'il semble qu'ils devroient rebuter ceux qui s'en servent, s'ils réfléchissoient sur les erreurs qui en peuvent résulter, & sur-tout sur le peu d'utilité qu'on en retire,

pour peu que le tems ſoit embrumé ; car je ne crains pas d'avancer qu'aux hauteurs priſes par-derrière, la rencontre de l'ombre du marteau avec la ligne horiſontale du gabet, eſt impoſſible à diſcerner exactement dans ce cas, à cauſe de la pénombre : & de plus je vais faire voir, en rapportant la conſtruction de cet Inſtrument, qu'il n'eſt pas ſi ſimple que pluſieurs le croient, par la difficulté de conſtruire exactement toutes les pièces qui le compoſent.

L'arbaleſtrille eſt un Inſtrument compoſé d'une flèche ou morceau de bois équarri (d'environ 3 pieds de long) & de

quatre traverſiers ou marteaux de diverſes longueurs, qui, au moyen d'une mortoiſe quarrée, doivent paſſer dans la flèche, comprendre exactement ſon quarré, & former avec elle un angle droit de chaque côté : ſur cette flèche ſont gradués les degrés de hauteur de l'horiſon au zénith, en ſorte que le marteau étant poſé au bout où commence la graduation, & ſa moitié étant priſe pour rayon du cercle, chaque degré eſt la tangente du complément de la moitié de la hauteur qu'on veut marquer.

Soit une arbaleſtrille *ACBD*, (*Pl. 2. fig. 2.*) dont *CD* eſt la flèche, & le bout *C*, qui eſt

coupé droit, eſt celui d'où on marque la graduation, & auquel on ajuſte le marteau *BCA*, percé par ſon milieu en *C*, & qu'on ſuppoſe toujours perpendiculaire à la flèche : ſi on veut marquer ſur *CD* les degrés, du point *A* comme centre, & de l'intervalle *AC* pris comme rayon, on décrit un quart de cercle : pour y marquer les points de 90° & de 0°, on prend la moitié du quart de cercle en *H*, & on tire de *A* en *H* la ſécante *AE* qui rencontre la flèche *CD* en *E* qui ſera le point de 90° & de 0°, puiſque *CE* eſt la tangente du complément de la moitié de 90° : de même, pour marquer

80°, sa moitié est 40°, dont le complément est 50°, qui se rencontrant en *O* du quart de cercle, a pour sa tangente *CG*: *CF* sera également la tangente du complément de la moitié de 60°, &c.

On voit par cette méthode de graduation que, plus l'élévation est grande, plus les degrés sont petits, & par conséquent les changemens qui s'y produisent par le moins d'obliquité des rayons de lumière, sont moins sensibles; d'où il suit que les erreurs qui en proviennent, sont à proportion plus considérables, & qu'elles le sont plus dans ce point de la graduation que dans tout au-

tre plus éloigné de la perpendiculaire. On voit par-là quel eſt le peu de certitude des obſervations que l'on fait avec cet Inſtrument, lorſque le ſoleil eſt aux environs du zénith.

Si on conſidere enſuite les accidens auſquels eſt ſujet ce même Inſtrument, on trouvera que l'incertitude des obſervations devient encore plus grande : il y a deux principales ſources d'erreur ; la premiere vient de ce que la flèche eſt ſujette à ſe courber, & la même choſe peut arriver auſſi aux marteaux ; la ſeconde eſt que les mortoiſes s'élargiſſent preſque toujours : ces deux inconvéniens concourent enſemble

à rendre les observations défectueuses, parce que, comme on suppose dans la graduation que l'extrêmité *A* du marteau est perpendiculaire à la flèche *CD*, si le point *A* lui est incliné, alors chaque degré *E*, *G*, *F*, &c. sera plus ou moins proche de *C*; & on doit attendre la même chose du vacillement des marteaux causé par l'élargissement des mortoises: si c'est la flèche qui est courbe, les sécantes ne détermineront pas bien les degrés, puisqu'ils sont supposés tracés sur une ligne droite; & il faut toujours remarquer que ces défauts seront d'autant plus sensibles que l'observation se fera proche du zénith.

La conſtruction du Quartier Anglois ou Quart de nonante, eſt plus ſimple : on voit (*Pl. 2. fig. 3.*) que ce ſont deux arcs de cercle concentriques, l'un de 23 à 24 pouces de rayon, qui contient 30°, & qui eſt gradué par des tranſverſales ; l'autre de 6 à 7 pouces, & diviſé en 60°, de façon qu'il contient les degrés du complément du premier arc : on place au centre commun des deux cercles une pinnule immobile fendue obliquement pour y appercevoir l'horiſon ; ſon plan eſt incliné de 45° au rayon *AE*, afin de recevoir plus ſenſiblement l'ombre ou les rayons du ſoleil dans les plus grandes

hauteurs : ils passent aussi par une autre pinnule qu'on peut faire glisser avec facilité sur la circonférence de l'arc de 60 degrés : cette pinnule porte un verre convexe qui réunit les rayons du soleil, de sorte que par ce moyen, pour peu que le soleil brille, on peut observer sa hauteur. Il y a de plus sur l'arc du plus grand rayon une pinnule, aussi mobile, qui est percée pour y poser l'œil : cet Instrument, lorsqu'il est bien fait, est préférable à la Flèche par la facilité de l'observation d'un tems un peu nébuleux, qui rend la flèche inutile, & aussi parce que ses parties sont si solidement liées, qu'il

n'eſt pas ſujet aux mêmes accidens : malgré cela on ne peut compter préciſément ſur les hauteurs obſervées, lorſque le ſoleil eſt près du zénith, parce que le ſoleil dans ce tems parcourt un cercle moins oblique à l'horiſon, & qu'il croiſe fort promptement le Méridien. Il faut donc, pour en obſerver exactement les mouvemens, qu'ils ſoient apperçus avec beaucoup de ſenſibilité par l'œil de l'Obſervateur : c'eſt ce qui manque à celui-ci comme à la Flèche ; car le changement, qui ſe produit ſur la pinnule par l'ombre ou le rayon du ſoleil, s'y fait en raiſon de la graduation du petit cercle *DE*,

ſur lequel eſt poſée la pinnule qui reçoit le rayon qui part de l'aſtre.

Nous revenons au nouveau Quartier Anglois, & nous joignons ici une Table de l'Inclinaiſon de l'Horiſon, à laquelle il faut avoir égard, dans ſon uſage, de-même que dans celui des autres Inſtrumens.

TABLE DE LA CORRECTION pour les élévations de l'œil au-deſſus de l'horiſon, extraite d'un Traité de M. BOUGUER *ſur la meilleure maniere d'obſerver les Aſtres en Mer.*

Pieds.	Minutes.
1	1
4	2
8 ½	3
15	4
24	5
34	6
46 ½	7

Si l'Obſervateur étoit, par exemple, de 24 pieds au-deſſus de l'horiſon, au lieu de mettre l'alidade ſur le point 0°, il la mettroit 5 minutes plus loin, c'eſt-à-dire, au-delà de *A* vers *K*, & enſuite il ajuſtera le petit miroir par le moyen de la queue *Q*, comme il a été dit dans la maniere de rectifier l'Inſtrument. Le reſte de l'obſervation ſe fera comme à l'ordinaire.

Voilà ce qu'il faut pratiquer pour l'obſervation par-devant: mais quand on emploie l'autre, on recule l'alidade en-deçà du commencement de la diviſion du nombre des minutes marquées dans la Table: ſi l'on

est élevé de 24 pieds, on le met en-deçà de 5 minutes de *A* vers *M* : on rectifie ensuite l'Instrument, ainsi qu'il a été dit, & l'on fait l'observation.

En général dans l'observation par-devant, on doit soustraire de la hauteur donnée par l'alidade l'angle de l'abaissement de l'horison, & dans l'observation par-derrière on doit ajouter le même angle d'abaissement.

Le Quart de cercle de M. Hadley avoit trop de réputation en Angleterre pour n'être pas bientôt connu en France, & pour ne pas exciter la curiosité de l'Académie Royale des Sciences. Messieurs Godin,

Bouguer & de la Condamine partoient pour le Pérou ; l'occasion étoit favorable pour en faire l'épreuve : aussi ces habiles Académiciens pleins d'ardeur pour tous les objets de leur mission, & disposés à faire toutes sortes d'expériences, en emporterent-ils un qu'ils avoient fait venir d'Angleterre. Pendant leur traversée ils firent plusieurs observations avec cet Instrument ; & ils se hâterent d'en rendre compte à l'Académie. Voici l'Extrait à peu près du Mémoire de M. Godin.

EXTRAIT du Mémoire de Messieurs les Académiciens envoyés au Pérou, daté de Guayaquil du 9 Avril 1736. & lû à l'Académie Royale le 13 Mai 1739.

La précision que l'on peut espérer de l'Instrument de M. Hadley, peut aller à une demie-minute, par la nature de la division qui y est employée : cette division est celle de Nonnius ; elle donne juste les minutes, & l'on peut estimer d'une minute à l'autre.

Le soleil se voit par un rayon simplement réfléchi, par conséquent on est en état de l'ob-

ſerver malgré quelques nuages, toutes les fois qu'il paroît blanc, & qu'on peut l'obſerver à la vûe ſimple. Il n'eſt pas néceſſaire, comme dans la plûpart des autres Inſtrumens, qu'il faſſe ombre.

Il n'y a que trois précautions à prendre dans l'uſage de cet Inſtrument. 1°. De s'aſſurer de la poſition du grand miroir, qui doit être parallèle à la ligne de foi de l'alidade. (*a*) 2°. De rectifier, à chaque fois que l'on veut obſerver, la ſituation du petit miroir, qui doit être parallèle au rayon qui paſſe par 0° de hauteur. 3°. De le tenir

(*a*) On voit par-là qu'il n'y avoit que la petite glace G à l'Inſtrument dont ſe ſervoient Meſſieurs les Académiciens.

bien vertical en observant.

Pour la premiere précaution il suffit de comparer dans quelque lieu commode, où l'on ait l'horison de la Mer, la hauteur quelconque d'un astre prise avec cet Instrument, avec celle qu'on prendra dans le même instant avec un quart de cercle ordinaire rectifié, & de répéter cette comparaison toutes les fois que l'on pourra. Au reste il n'y a pas beaucoup à craindre que la position de ce miroir change, ainsi qu'on le reconnoîtra par l'inspection seule de l'Instrument.

2°. Il est très-aisé de rectifier la position du petit miroir à chaque observation que l'on

veut faire : celui-ci eſt ſujet à changer, parce qu'il peut tourner ſur un axe, qui n'eſt retenu dans la ſituation qu'on lui donne, que par une vis garnie de ſon écrou. On place l'alidade ſur 0°, & on pointe à l'horiſon de la Mer dans l'endroit où il paroît le plus net ; alors, partie de l'horiſon eſt vûe par un rayon réfléchi, & partie par un rayon direct. Or il faut, pour que la ſituation du petit miroir ſoit bonne, que ces deux parties de l'horiſon ne faſſent qu'une ſeule & même ligne droite : ſi cela n'arrive pas, on y parvient aiſément en faiſant mouvoir la queue de deſſous de haut en bas, & ſerrant la vis,

quand le miroir eſt ſitué convenablement.

3°. Pour avoir l'arc du vertical même, dans lequel l'aſtre ſe trouve, il faut que l'ombre de la règle la plus extérieure ſe projette ſur la plus intérieure. Si c'eſt le ſoleil qu'on obſerve, on y réuſſit aſſez bien par l'extrême facilité de manier cet Inſtrument, & de lui donner la même ſituation que l'on prend pour ſe tenir ferme & dans une ſituation verticale ſur un vaiſſeau. On pourroit encore tracer quelques lignes droites parallèles ſur la ſurface du petit miroir; elles ſerviroient de lignes horiſontales; & on les feroit convenir avec l'horiſon de

la Mer : en ce cas il seroit mieux que ce miroir eût un peu d'étendue, afin de découvrir une portion plus grande de l'horison, & de se régler sur une horisontale plus grande.

Lorsqu'on emploie l'Instrument de M. Hadley à observer la lune & les étoiles fixes, ce qui est souvent très-possible, il y a un peu plus de difficulté, & on est moins sûr de lui procurer une situation verticale.

Il est vrai que le plus petit arc que l'on trouve entre l'astre & l'horison est celui de la hauteur véritable de l'astre dans le vertical où il est, lorsqu'on l'observe ; mais à ne s'en rapporter qu'à cela, il y a un tâ-

tonnement incommode, & qui en diminue la préciſion.

Dans la plûpart des voyages de long cours, il arrive ſouvent que l'on a le ſoleil à midi fort près du zénith : il eſt alors difficile d'obſerver exactement la hauteur méridienne ; & l'Octant de M. Hadley ne paroît pas plus exact en cette occaſion qu'aucun autre. On peut toujours dire que, s'il n'eſt pas plus exact dans ces occaſions, il eſt au moins plus commode. Avec cet Inſtrument on ne pointe directement qu'à l'horiſon, ce qui n'oblige pas l'Obſervateur à prendre une ſituation gênante.

Mais puiſque l'on peut ſouvent

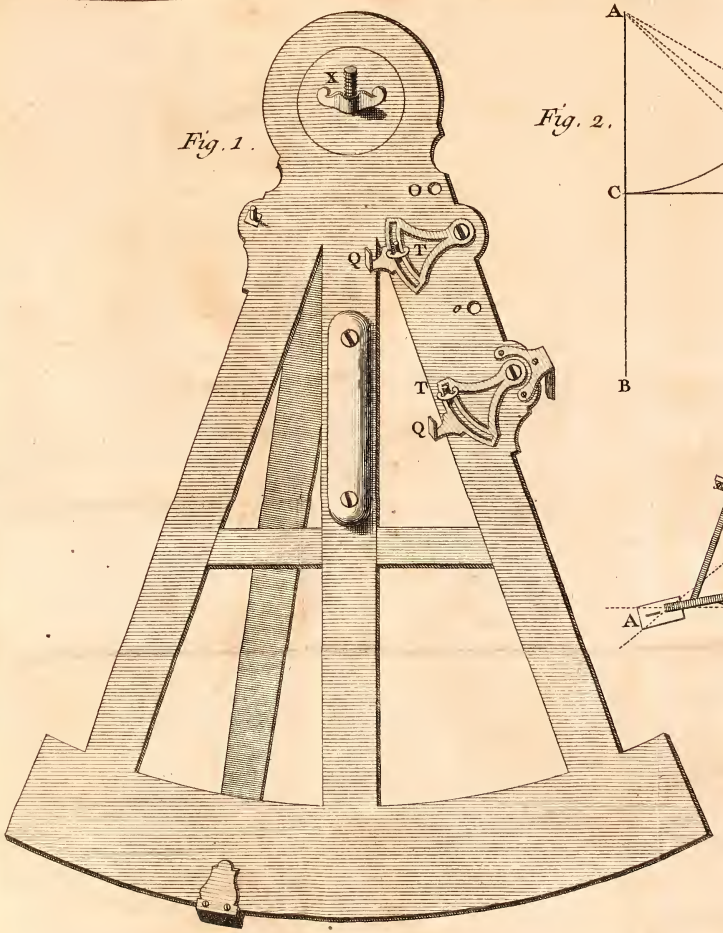


Fig. 1.

Fig. 2.

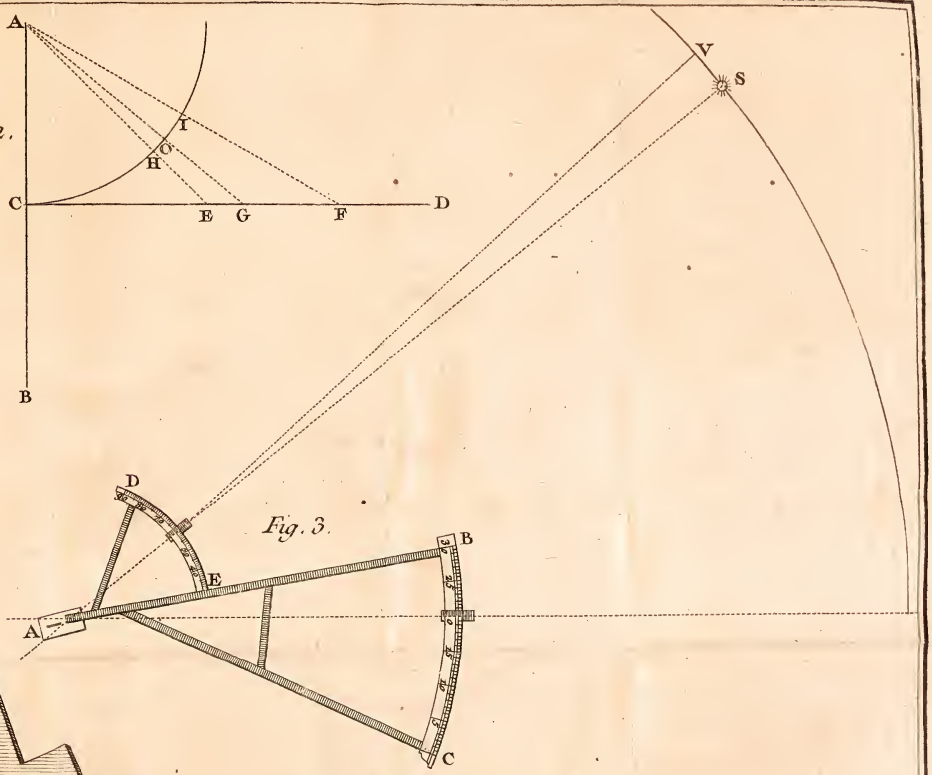


Fig. 3.

RPJCB

vent observer la hauteur méridienne des autres planettes, & même des étoiles fixes, avec l'Octant de M. Hadley, pourvû que la nuit ne soit pas d'une obscurité à faire perdre l'horison entiérement de vûe ; c'est un très-bon moyen de remédier à la difficulté & à l'incertitude des observations du soleil vers le zénith. Il y a plus même : dans ce cas on pourra prendre hauteur au soleil & en être sûr, en se servant de l'heure, qu'il est aisé de connoître en Mer avec précision.

Avec des Montres à secondes & cet Octant, on a pris plusieurs fois des hauteurs correspondantes, qui donnoient

l'heure de midi assez exactement.

Il est toujours mieux d'observer les bords du soleil que le centre, qui est sujet à quelque estime.

Il faut appliquer au midi, qu'on a trouvé, les corrections ordinaires, & outre cela, celle qui est produite par le transport du vaisseau d'un lieu à un autre dans l'intervalle des observations, si on a changé de direction ou de vîtesse.

Il est donc certain qu'on peut avoir l'heure véritable en Mer à moins de 10 secondes, & les Montres à secondes suffisent pour cela.

On pourra donc observer

ſoleil à midi juſte ; & n'eût-on l'heure qu'à 30 ſecondes, on auroit la hauteur méridienne exacte. On aura encore le moment de la médiation des autres aſtres, ayant des Tables de leurs aſcenſions droites & de celles du ſoleil.

Tel eſt le Mémoire de Meſſieurs du Pérou : comme il y eſt queſtion de hauteurs correſpondantes, & que cette matière n'eſt pas extrêmement familiere à tous les Marins, je vais l'expliquer le plus ſuccinctement qu'il me ſera poſſible.

On appelle, *hauteurs correſpondantes*, deux ou un plus grand nombre de hauteurs égales d'un aſtre, priſes à la même

distance environ, avant & après son passage au Méridien : le milieu entre deux de ces instans est le moment de sa médiation. Le milieu, par exemple, entre deux instans auxquels le soleil a eu 30° de hauteur le soir & le matin, est le moment de midi. Mais comme le soleil a, excepté dans les solstices, un mouvement en déclinaison qui le fait arriver plûtôt ou plus tard à la hauteur trouvée le matin, selon que cette déclinaison est septentrionale ou méridionale, il faut appliquer au midi marqué par la Montre à secondes une petite correction, que l'on trouve dans la Connoissance des Tems, cal-

culée pour différentes latitudes de 10 en 10 degrés. On prend la partie proportionnelle qui convient à la latitude du lieu où ont été prises les hauteurs ; l'on ajoute ou l'on retranche cette correction ainsi trouvée du midi marqué par la Montre, selon l'indice de la Table, & on a l'heure du midi juste pour le lieu où l'on étoit, lors de l'observation méridienne, si l'on en a fait une.

Il y a encore une correction que semble exiger le changement de lieu du vaisseau pendant l'intervalle des observations. A cet égard il faut distinguer deux cas : la route entre les deux hauteurs corres-

pondantes est composée de la route depuis la hauteur du matin jusqu'à midi, & de la route depuis midi jusqu'à la hauteur du soir : si chacune de ces deux routes a contribué à faire augmenter ou diminuer en latitude, c'est le premier cas, auquel on peut négliger la correction du changement de lieu : mais si de ces deux routes l'une a porté vers le Nord, & l'autre vers le Sud, ce qui est le second cas, il faut alors résoudre deux triangles sphériques, un pour le matin, & un pour le soir.

Chaque triangle a trois côtés connus ou supposés connus : savoir, le complément

de la hauteur de l'aſtre ſur l'horiſon, le complément de ſa déclinaiſon & le complément de la latitude du lieu : le premier côté eſt le même dans chaque triangle, les deux autres changent, & l'on cherche dans chacun l'angle au pole compris entre le complément de la déclinaiſon & celui de la latitude : ce qu'on trouvera ſera l'heure de chaque obſervation : le milieu entre les deux heures corrigé de l'équation, dont on a parlé, ſera le midi vrai pour le lieu où l'on étoit, lorſqu'on a pris le paſſage du ſoleil au Méridien. Cette méthode peut ſervir à régler les horloges.

Il eſt à propos, lorſqu'on

prend des hauteurs correſpondantes, d'en obſerver pluſieurs de ſuite, pour compenſer les erreurs des obſervations les unes par les autres.

L'Inſtrument de M. Hadley eſt ſuſceptible d'une ſi grande préciſion que, dans ſon uſage à la Mer, on ne doit point négliger d'avoir égard aux réfractions aſtronomiques. Cette raiſon engage à joindre à ce Traité deux Tables des réfractions avec leur uſage, précédées de notions préliminaires ſur cet article.

La réfraction d'un aſtre, comme on ſait, eſt la quantité dont les rayons, qui viennent de l'aſtre, ſe détournent en

passant par différens milieux plus denses les uns que les autres, à mesure qu'ils s'approchent de la surface de la terre : *La plus grande réfraction* se fait à l'horison, où elle est d'environ un demi-degré ; ce qui fait que le soleil & tous les astres paroissent à l'horison, quoiqu'ils soient véritablement au-dessous ; & elle diminue à mesure que l'astre s'approche du zénith : il faut corriger toutes les hauteurs par la réfraction, c'est-à-dire, que *la hauteur observée est toujours trop grande ;* c'est pourquoi l'on cherchera dans l'une des deux Tables suivantes la réfraction qui convient à la hauteur donnée, &

on la retranchera de ladite hauteur pour avoir la hauteur vraie.

On n'a guères pû se dispenser de donner au moins deux Tables, parce qu'on a reconnu que les réfractions ne sont pas les mêmes par toute la terre : sous l'Equateur, autrement *sous la Ligne*, les réfractions sont plus petites que dans tous les autres lieux plus proches des Poles. (*a*) Si l'on se trouve, par exemple, entre l'Equateur ou les Tropiques, & le 50e ou 60e degré de latitude, il faudra prendre proportionnellement

(*a*) Cette découverte a été constatée par les observations décisives de M. Bouguer, qui a construit pour le niveau de la Mer dans la Zone Torride une Table, dont celle que l'on donne ici est un Extrait.

entre les deux Tables que nous donnons ici.

On remarquera qu'à l'horiſon, ſurtout au lever du ſoleil, les réfractions ſont ſujettes à pluſieurs variations qui montent à trois ou quatre minutes ; c'eſt pourquoi il n'y a pas grande certitude à eſpérer dans les hauteurs qui ſont au-deſſous de 4 ou 5 degrés : chacune des deux Tables ſuivantes exprime une réfraction moyenne entre la plus grande & la plus petite obſervée, ſoit à l'Equateur, ſoit en Europe aux côtes de la Mer : la règle générale eſt que, dans les plus grands froids, les réfractions ſont toujours un peu plus grandes que dans un

autre tems. Les réfractions ne sont cependant pas sensiblement variables au dessus du 10e degré de hauteur.

Degrés de hauteur.	Table des Réfr. sous l'Equateur.	Table des Réfr. au 50 d. de lat.
Dans l'Horiſ. . .	27 *min.*	34 *min.*
à 1d.	20 $\frac{1}{2}$	23
2	16	17
3	12 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$
4	10	10 $\frac{3}{4}$
5	8 $\frac{1}{4}$	9
6	7	7 $\frac{3}{4}$
7	6	6 $\frac{3}{4}$
8	5 $\frac{1}{4}$	6
9	4 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$
10	4 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{3}{4}$
11	4	4 $\frac{1}{2}$
12	3 $\frac{1}{2}$	4
13	3 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{4}$
14	3	3 $\frac{1}{2}$
15	2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{4}$
20	2	2 $\frac{1}{2}$
30	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$
45	0 $\frac{3}{4}$	1
60	0 $\frac{1}{2}$	0 $\frac{1}{2}$
68	0 $\frac{1}{4}$	0 $\frac{1}{4}$
90	0	0

On ne ſauroit trop multiplier les moyens de trouver la vraie latitude du lieu où l'on eſt ſur Mer : cette conſidération engage à mettre ici une Table de la déclinaiſon des plus belles étoiles que l'on y peut obſerver. Si on prend leur hauteur méridienne pendant le crépuſcule, les obſervations ſeront plus exactes, & elles ſerviront à déterminer, à une minute près, la latitude des côtes auprès deſquelles elles auront été faites, & par conſéquent à corriger les erreurs des Cartes maritimes. On peut même aſſurer que l'erreur de l'obſervation, s'il y en a, ne viendra que de la diviſion de l'Inſtru-

ment ou de la mal-adreſſe de l'Obſervateur: car la poſition de ces étoiles eſt reſtituée par de nouvelles obſervations, dont la plus grande partie ſe trouve rapportée dans le Diſcours préliminaire de l'Hiſtoire Céleſte de M. le Monnier. La Table ci-jointe eſt tirée de ſes Inſtitutions Aſtronomiques.

Comme les étoiles fixes changent ſenſiblement de déclinaiſon au bout de quelques années, on a mis leur déclinaiſon pour 1742. celle de 1750. & une troiſiéme colonne, où eſt leur mouvement annuel en déclinaiſon : par ce moyen il ſera aiſé de ſavoir quelle eſt la déclinaiſon d'une étoile quel-

TABLE DE LA DÉCLINAISON
DES ÉTOILES PRINCIPALES.

Noms des Étoiles.	*Déclinaiſon en 1742.*				*Déclinaiſon en 1750.*			*Mouv. ann. en déclin.*	
	D.	M.	S.		D.	M.	S.	M.	S.
La Polaire	87	55	20	B	87	58	00	0.	19, 60
Acharnar	52	33	22 ½	A	58	30	45	0.	19, 70
α du Bélier	22	13	47 ½	B	22	16	07 ½	0.	17, 56
Aldébaran	15	57	50	B	15	58	57 ½	0.	08, 19
α de la Chèvre	45	42	05	B	45	52	50	0.	05, 55
Rigel	08	31	12 ½	A	08	30	32	0.	05, 04
α d'Orion	07	20	07	B	07	20	24 ½	0.	02, 14
Canopus	52	33	55	A	52	34	15	0.	02, 56
Sirius, ou Grand-Chien	16	22	55	A	16	23	26 ½	0.	04, 09
Procyon, ou Petit-Chien	05	51	50	B	05	50	38	0.	08, 69
α de l'Hydre, ou le Cœur	07	33	09	A	07	33	11	0.	15, 22
Régulus, ou Cœur du Lion	13	13	15	B	13	11	00	0.	17, 00
L'Epi de la Vierge	09	48	05	A	09	49	37 ½	0.	19, 00
Arcturus	20	32	32 ½	B	20	29	59 ½	0.	19, 05
Antares, ou Cœur du Scorpion	25	49	55	A	25	51	10	0.	09, 50
α de la Lyre, ou la Luiſante	38	33	58	B	38	34	24	0.	03, 24
α de l'Aigle, ou la Claire	08	12	37 ½	B	08	13	47 ½	0.	08, 73
α du Cigne, ou ſa Queue	44	22	12 ½	B	44	23	47 ½	0.	11, 90
α de Pégaſe, ou Markab	13	49	22 ½	B	13	51	57 ½	0.	19, 21
Fomalhant, ou Poiſſon Auſtral	30	59	00	A	30	56	36 ½	0.	18, 37

RPJCB

conque au moment de ſon obſervation pour une année propoſée : on voit par la différence qui ſe trouve entre la déclinaiſon de 1742. & celle de 1750. ſi l'étoile a augmenté ou diminué en déclinaiſon, & la colonne du mouvement annuel indique la quantité qu'il faut ajouter ou ſouſtraire de la déclinaiſon de 1750. pour avoir la véritable pour le tems où l'on ſe trouve.

Il eſt des cas où il peut être utile d'obſerver la hauteur méridienne de la lune, & cette obſervation eſt aiſée à faire, ſi l'Inſtrument étant rectifié, comme à l'ordinaire, on ſuit ce qui a été preſcrit ci-deſſus :

les circonſtances détermineront à prendre la hauteur par-devant ou par-derrière ; il ne ſera pas difficile de ſe ſervir du centre de cet aſtre, en faiſant deux ſegmens égaux dans le tems des quadratures, ou prenant ſon milieu, lorſqu'elle eſt pleine, & le faiſant coïncider avec l'horiſon. (*a*)

Cette hauteur méridienne eſt la *hauteur apparente* : on la réduira à la *hauteur vraie*, ſi l'on a ſoin d'en retrancher la

(*a*) Il ſeroit plus exact de prendre la hauteur méridienne d'un des bords de la lune, & d'y ajouter ou d'en ſouſtraire ſon demi-diamètre ; mais la plûpart des Marins ne ſe ſervant que de la Connoiſſance des Tems, où les demi-diamètres & la Parallaxe de cet aſtre ne ſont pas marqués, on preſcrit ici de prendre directement la hauteur du centre, parce qu'avec un peu d'exactitude on l'eſtimera avec aſſez de préciſion.

réfraction qui lui convient, & d'y ajouter la *Parallaxe de hauteur*, dont on donne ici une Table calculée pour toute la Terre sur une *Parallaxe horisontale* moyenne.

On sait que la Parallaxe est l'angle formé à l'astre par deux rayons visuels, partis l'un du centre de la terre, l'autre du point où est l'Observateur ; ou, la Parallaxe est l'angle sous lequel paroît le demi-diamètre de la terre vû de l'astre.

La plus grande Parallaxe est la *Parallaxe horisontale* : c'est celle qu'a un astre, lorsqu'il est à l'horison : la Parallaxe est nulle, ou o, lorsque l'astre est au zénith : or la *Parallaxe d'un*

aſtre étant ſenſiblement toujours comme le ſinus de ſa diſtance apparente au zénith, & la Parallaxe horiſontale comme le rayon, il eſt clair que, celle-ci une fois ſuppoſée, on peut, d'après elle, calculer la Parallaxe d'un aſtre à chaque degré de ſa hauteur ſur l'horiſon. C'eſt celle dont on donne ici une Table tirée de M. de la Hire, qui ſuppoſe la Parallaxe horiſontale moyenne de 57 minutes 18 ſecondes.

L'effet de la Parallaxe eſt de faire paroître un aſtre plus loin du zénith qu'il n'eſt réellement : il faut donc l'ajouter ; & l'effet de la réfraction lui étant tout-à-fait contraire, il

faut, pour réduire une hauteur apparente à une hauteur vraie, y ajouter la Parallaxe, & en retrancher la réfraction : cette hauteur ainſi corrigée & obſervée avec l'exactitude preſcrite, ſera la hauteur vraie du centre de la lune. Ajoutez-y ou retranchez-en ſa déclinaiſon pour le moment de l'obſervation, ſelon la dénomination de cette déclinaiſon, & vous aurez aſſez exactement la latitude du lieu où vous ſerez.

Cette déclinaiſon de la lune ſe cherche dans la Connoiſſance des Tems, & par le moyen des parties proportionnelles on trouve celle qui convient à l'heure de l'obſervation. Cette

méthode sera assez exacte, quand le mouvement de la lune en déclinaison n'est pas fort irrégulier ; mais s'il l'étoit beaucoup, il s'en faudroit que l'on n'eût sa déclinaison véritable.

Cependant, malgré l'inexactitude de cette pratique dans plusieurs cas, je ne pense pas qu'il faille la rejetter : 1°. Parce qu'elle peut être d'une grande ressource dans de certaines circonstances. 2°. Parce qu'il faut multiplier les observations autant qu'il est possible. 3°. Enfin pour se familiariser avec cet astre, dont le mouvement une fois bien connu pourroit servir à déterminer les longitudes

ſur Mer. Il faut eſpérer qu'un travail entrepris par d'habiles gens & déja fort avancé, ſe perfectionnera au point d'être de la derniere utilité. Il ſera alors néceſſaire d'avoir un Catalogue complet des étoiles du Zodiaque: car les éclipſes de ces étoiles par la lune ſont aſſez fréquentes; & quand on a une obſervation de cette nature, on peut parvenir à la connoiſſance de la longitude ſur Mer.

TABLE DE LA PARALLAXE moyenne de la Lune de 5 en 5 degrés de la hauteur de son centre sur l'Horison.

Hauteurs de la Lune. *Degrés.*	Parallaxe. *Min.*	*Sec.*
0	57	18
5	57	4
10	56	26
15	55	21
20	53	50
25	51	54
30	49	37
35	46	58
40	43	53
45	40	32
50	36	50
55	32	52
60	28	37
65	24	13
70	19	38
75	15	9
80	10	7
85	5	5
90	0	0

FIN.

E751
A654d

"perfect"
DAR
3/20/14